

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 617 345

(21) N° d'enregistrement national :

87 09164

(51) Int Cl* : H 02 K 1/18, 21/06, 23/04.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A

(22) Date de dépôt : 23 juin 1987.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPi « Brevets » n° 52 du 30 décembre 1988.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : Société anonyme dite : VALEO. — FI

(72) Inventeur(s) : Gérard Brosse.

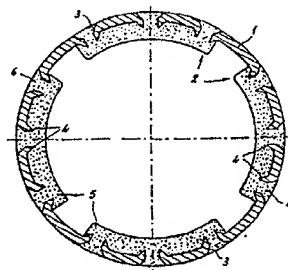
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Germain et Maureau.

(54) Stator de machine tournante électrique à aimants permanents, et pôle inducteur destiné à ce stator.

(57) Le stator possède, à l'intérieur d'une culasse 1, des pôles inducteurs 2 comportant, chacun, un aimant permanent 5 réalisé à partir d'une poudre mélangée à un liant ou compactée. L'aimant 5 est formé directement par surmoulage, soit à l'intérieur de la culasse 1, soit sur une pièce intermédiaire fixée dans la culasse, des parties 6 de cet aimant 5 assurant son ancrage.

Application : machines tournantes électriques, notamment moteurs électriques.



2 617 345 - A1

**"Stator de machine tournante électrique à aimants permanents,
et pôle inducteur destiné à ce stator"**

La présente invention concerne un stator de machine tournante électrique, telle que moteur électrique, avec des pôles inducteurs à aimants permanents disposés à l'intérieur d'une culasse.

Un stator de machine tournante électrique comprend une culasse cylindrique en matériau magnétique doux, à l'intérieur de laquelle sont disposés des pôles inducteurs, séparés par des intervalles angulaires réguliers. Dans le cas d'un stator bobiné, les pôles sont constitués par des masses polaires entourées d'enroulements électriques. S'il s'agit d'un stator à aimants permanents, les pôles sont constitués par des aimants permanents auxquels sont éventuellement adjointes des pièces polaires auxiliaires.

Les aimants permanents traditionnels, par exemple en ferrite, forment des blocs massifs et sont généralement fixés par collage à l'intérieur de la culasse. Un tel mode de fixation se prête difficilement à une automatisation.

Il est récemment apparu de nouveaux matériaux magnétiques, permettant de réaliser des aimants permanents de puissance plus élevée que les aimants en ferrite, pour un volume plus faible. Il s'agit notamment de matériaux en poudre, que l'on mélange à un liant, ou qui sont compactés ou agglomérés par un autre procédé pour former des aimants. Des matériaux de ce genre, tels que la poudre d'alliage néodyme - fer - bore (Nd - Fe - B), ont été déjà décrits par exemple dans un article de la revue MACHINE DESIGN datée du 9 janvier 1986, pages 24 à 30.

L'utilisation de tels aimants permanents pour la réalisation des pôles inducteurs d'une machine tournante électrique s'avère intéressante, mais elle se heurte à des difficultés d'ordre pratique, notamment pour la fixation des aimants à l'intérieur de la culasse, en raison de la nature particulière de ces aimants.

La présente invention apporte une solution à ce problème, en résolvant de façon simple la question de la fixation d'aimants permanents du type considéré dans la culasse, tout en optimisant le fonctionnement de la machine tournante électrique.

A cet effet, l'invention a essentiellement pour objet un stator de machine tournante électrique dans lequel chaque pôle inducteur comporte un aimant permanent, réalisé à partir d'une poudre mélangée à un liant ou compactée, qui est formé directement par surmoulage à l'intérieur d'une

partie de la culasse ou sur un élément assemblé avec la culasse, le surmoulage assurant lui-même la fixation de l'aimant dans cette culasse ou sur ledit élément.

5 Chaque aimant permanent peut ainsi, par une seule opération de surmoulage de son matériau magnétique constitutif, être réalisé avec ses formes nécessaires ou optimales, éventuellement complexes, et être simultanément fixé par ancrage, soit directement dans la culasse, soit sur une pièce intermédiaire destinée à être fixée sur la culasse.

10 Selon une forme de réalisation simple de l'invention, la culasse possède des ouvertures ménagées aux emplacements des pôles inducteurs, et chaque aimant permanent, réalisé à partir d'une poudre mélangée à un liant ou compactée, est formé directement par surmoulage au contact de la face intérieure de la culasse, avec des parties d'ancrage qui traversent les ouvertures de cette culasse. Avantageusement, les ouvertures de la culasse
15 sont délimitées par des parties tournées vers l'intérieur qui possèdent des profils en forme de dents et qui sont enrobées par les parties d'ancrage des aimants permanents.

Selon une autre possibilité, chaque aimant permanent, réalisé à partir d'une poudre mélangée à un liant ou compactée, est formé par
20 surmoulage sur une pièce intermédiaire en matériau magnétique doux, de profil incurvé, possédant des ouvertures traversées par des parties d'ancrage de l'aimant, l'ensemble formé par cet aimant et par la pièce intermédiaire étant fixé dans la culasse.

25 La pièce intermédiaire en matériau magnétique doux, faisant partie du circuit magnétique de la machine tournante électrique et constituant une sorte de pièce polaire auxiliaire, comporte avantageusement une partie principale incurvée insérée entre l'aimant permanent et la culasse, et prolongée par une partie latérale incurvée située sur le côté de l'aimant, à distance de la culasse et dans le prolongement de la face
30 intérieure de l'aimant. Cette dernière partie est prévue du côté de l'aimant où la réaction d'induit crée un champ de même sens que le champ inducteur, et elle assure un renforcement du flux total qui croît avec l'intensité du courant induit.

35 Chaque aimant permanent peut être surmoulé avec réalisation de parties d'ancrage de cet aimant qui traversent seulement les ouvertures de la pièce intermédiaire associée, laquelle est elle-même fixée dans la culasse par des moyens distincts. Le sous-ensemble formé par l'aimant et par ladite

pièce, constituant le pôle inducteur peut ainsi être fabriqué à l'avance, pour être fixé ultérieurement dans la culasse par exemple par collage ou soudage, ou bien par des moyens mécaniques.

5 Chaque aimant permanent peut aussi être surmoulé avec réalisation de parties d'ancrage qui traversent non seulement les ouvertures de la pièce intermédiaire associée, mais encore des ouvertures de la culasse qui coïncident avec les précédentes ouvertures. Dans ce cas, la réalisation de l'aimant permanent par surmoulage assure simultanément la fixation de cet aimant lui-même et la fixation de la pièce intermédiaire, ou pièce
10 polaire auxiliaire, dans la culasse.

Dans ce dernier cas, la partie principale incurvée de la pièce intermédiaire, insérée entre l'aimant permanent et la culasse, peut posséder une largeur inférieure à celle de l'aimant permanent, du côté opposé au prolongement latéral de cette pièce intermédiaire, de sorte que l'aimant
15 possède une partie d'épaisseur plus importante, en contact avec la culasse ; cette partie de l'aimant, située dans la zone où la réaction d'induit crée un champ démagnétisant, procure une meilleure tenue à la désaimantation.

Des pièces auxiliaires en matériau magnétique doux, de formes et de fonctions diverses, peuvent aussi être associées aux aimants permanents, ces pièces auxiliaires étant incorporées lors de l'opération de surmoulage qui assure leur fixation en même temps que celle des aimants. Il peut s'agir, notamment, de pièces auxiliaires incurvées limitant localement l'épaisseur des aimants. Dans le cas d'aimants ancrés directement dans la culasse, chacune de ces pièces auxiliaires est insérée entre une portion de l'aimant
20 permanent correspondant et la face intérieure de la culasse, et elle comporte des ouvertures qui coïncident avec certaines des ouvertures de la culasse et qui sont traversées par certaines des parties d'ancrage de l'aimant. D'une manière analogue, dans le cas d'aimants permanents ancrés sur des pièces intermédiaires comme défini plus haut, chacune des pièces
25 auxiliaires est insérée entre une portion de l'aimant permanent correspondant et la face intérieure de la pièce intermédiaire sur laquelle est ancré cet aimant, et elle comporte des ouvertures qui coïncident avec certaines des ouvertures de ladite pièce intermédiaire et qui sont traversées par certaines des parties d'ancrage de l'aimant. L'adjonction de telles pièces
30 auxiliaires en matériau magnétique doux limite le volume du matériau magnétique constitutif des aimants permanents, dont le coût est élevé, dans les zones où ces aimants n'ont pas tendance à être démagnétisés.

Par ailleurs, en se référant aux réalisations de stators avec des aimants permanents ancrés sur des pièces intermédiaires prévues pour être fixées sur la culasse par des moyens distincts, l'invention a aussi pour objet, en tant que tel, un pôle inducteur à aimant permanent pour stator de machine tournante électrique, dans lequel l'aimant permanent, réalisé à partir d'une poudre mélangée à un liant ou compactée, est formé par surmoulage sur une pièce support en matériau magnétique doux, de profil incurvé, possédant des ouvertures traversées par des parties du matériau magnétique constitutif de l'aimant, cet aimant et sa pièce support constituant un sous-ensemble prévu pour être fixé sur une culasse.

De toute façon, l'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui suit, en référence au dessin schématique annexé représentant, à titre d'exemples non limitatifs, quelques formes d'exécution de ce stator de machine tournante électrique à aimants permanents :

Figure 1 est une vue en coupe transversale d'un stator de machine tournante électrique, réalisé conformément à l'invention, avec formation des aimants par surmoulage directement dans la culasse ;

Figure 2 est une vue partielle en coupe transversale d'un stator de machine tournante électrique, réalisé conformément à l'invention, avec formation de chaque aimant par surmoulage sur une pièce intermédiaire fixée dans la culasse ;

Figures 3 et 4 sont des vues partielles en coupe transversale de stators de machines tournantes électriques, illustrant respectivement des variantes des réalisations selon les figures 1 et 2, avec des pièces auxiliaires limitant localement l'épaisseur des aimants ;

Figures 5, 6 et 7 sont des vues partielles en coupe transversale de stators de machines tournantes électriques, illustrant d'autres variantes des réalisations précédentes.

La figure 1 montre un stator de machine tournante électrique, notamment de moteur électrique avec une culasse cylindrique 1 en matériau magnétique doux à l'intérieur de laquelle sont fixés, dans l'exemple de réalisation considéré, quatre pôles inducteurs 2 à aimants permanents, espacés par des intervalles angulaires réguliers de 90°. Chaque pôle 2 a la forme générale d'un segment de cylindre, dont l'étendue angulaire est inférieure à 90°.

A l'emplacement de chaque pôle 2, la culasse 1 possède des ouvertures 3 délimitées par des parties 4 possédant des profils en forme de

dents, tournées vers l'intérieur, dont la fonction apparaîtra plus loin.

Dans la forme de la réalisation de la figure 1, chaque pôle 2 est constitué uniquement par un aimant permanent 5. Plus particulièrement, les aimants permanents 5 qui constituent les quatre pôles 2 sont réalisés à
5. partir d'une poudre, notamment une poudre d'alliage néodyme - fer - bore, mélangée à un liant et permettant d'obtenir par moulage des aimants de toutes formes désirées ou nécessaires, éventuellement complexes.

Dans l'exemple considéré, les aimants permanents 5 sont réalisés directement par surmoulage à l'intérieur de la culasse 1. Chaque aimant 5
10 est surmoulé au contact direct de la face intérieure de la culasse 1, et avec des parties 6 qui traversent les ouvertures 3 de la culasse 1 et qui affleurent la face extérieure de cette culasse. Ces parties 6 enrobent entièrement les parties 4 en forme de dents, et elles réalisent une fixation des aimants permanents 5 par ancrage direct de ces aimants sur la culasse
15 1.

La figure 2 montre, partiellement, un stator de machine tournante électrique avec sa culasse 1 et l'un de ses pôles inducteurs 2. Chaque pôle 2 est constitué par un aimant permanent 5, formé par surmoulage sur une
pièce intermédiaire 7, qui est elle-même fixée dans la culasse 1.

20 La pièce intermédiaire 7, en matériau magnétique doux, possède un profil en forme générale d'arc de cercle et comporte des ouvertures 8 délimitées par des parties 9 dont les profils ont la forme de dents, tournées vers l'intérieur. Cette pièce 7 peut être fixée contre la face intérieure de la culasse 1 par collage, soudage, vissage ou rivetage.

25 L'aimant permanent 5 est réalisé, comme précédemment, à partir d'une poudre et notamment d'une poudre d'alliage néodyme - fer - bore, mélangée à un liant. Dans le cas présent, cet aimant permanent 5 est réalisé par surmoulage sur la pièce intermédiaire 7, au contact de la face intérieure de cette pièce intermédiaire. Lors du surmoulage, sont formées
30 des parties 10 de l'aimant permanent 5 qui traversent les ouvertures 8 de la pièce intermédiaire 7 et qui assurent l'ancrage de l'aimant 5 sur cette pièce 7, en noyant les parties 9 en forme de dents.

Les figures 3 et 4 représentent, respectivement, des variantes des réalisations selon les figures 1 et 2 ; les pièces et parties correspondantes
35 sont désignées par les mêmes repères numériques, se référant à la description précédente.

Dans ces variantes, l'épaisseur des aimants permanents 5 est

réduite, dans les zones où ces aimants 5 n'ont pas tendance à être démagnétisés, pour limiter le volume de matériau aimanté utilisé, dont le coût est élevé. Le volume d'aimant supprimé est remplacé, sur chaque pôle 2, par une pièce auxiliaire en matériau magnétique doux.

5 Dans le cas de la figure 3, où l'aimant permanent 5 est formé par surmoulage directement dans la culasse 1, la pièce auxiliaire 11 est insérée entre une portion de l'aimant 5 et la face intérieure de la culasse 1. Cette pièce auxiliaire 11 comporte des ouvertures 12, qui coïncident avec certaines ouvertures 3 de la culasse 1 et qui sont traversées par certaines
10 des parties 6 de l'aimant permanent 5 assurant l'ancrage de ce dernier sur la culasse 1.

Dans le cas de la figure 4, où l'aimant permanent 5 est formé par surmoulage sur une pièce intermédiaire 7 fixée dans la culasse 1, la pièce
15 auxiliaire 13 est insérée entre une portion de l'aimant 5 et la face intérieure de la pièce intermédiaire 7. Cette pièce auxiliaire 13 possède des ouvertures 14, qui coïncident avec certaines ouvertures 8 de la pièce intermédiaire 7 et qui sont traversées par certaines des parties 10 de l'aimant permanent 5 assurant l'ancrage de ce dernier sur la pièce intermédiaire 7.

20 Les figures 5, 6 et 7 montrent d'autres variantes, dans lesquelles chaque pôle 2 du stator comporte, associée à l'aimant permanent 5, une pièce polaire auxiliaire 15 en matériau magnétique doux. La pièce polaire auxiliaire 15 possède une partie 15a disposée entre la face intérieure de la culasse 1 et la face extérieure de l'aimant 5, et une autre partie 15b située
25 sur le côté de l'aimant 5. Plus précisément, la partie 15b de la pièce polaire auxiliaire 15 est écartée de la culasse 1 et elle présente une face intérieure cylindrique qui prolonge la face intérieure de l'aimant permanent 5, du côté où la réaction d'induit crée un champ de même sens que le champ inducteur et assure un renforcement du flux total, qui croît avec l'intensité du
30 ... courant induit.

Dans le cas de la figure 5, où l'aimant permanent 5 est formé par surmoulage directement dans la culasse 1, la partie 15a de la pièce polaire
35 auxiliaire 15 est insérée entre l'aimant 5 et la face intérieure de la culasse 1. Cette partie 15a de la pièce polaire auxiliaire 15, de largeur égale à celle de l'aimant permanent 5, comporte des ouvertures 16 qui coïncident avec les ouvertures 3 de la culasse 1 et qui sont traversées par les parties 6 de l'aimant 5 assurant l'ancrage de ce dernier sur la culasse 1.

Dans le cas de la figure 6, l'aimant permanent 5 est encore réalisé par surmoulage directement dans la culasse 1, mais la partie 15a de la pièce polaire auxiliaire 15 possède une largeur limitée ; ainsi, cette partie 15a est présente seulement entre une portion de l'aimant 5 et la face
5 intérieure de la culasse 1. Selon sa largeur, la partie 15a de la pièce polaire auxiliaire 15 comporte une ou plusieurs ouvertures 16, qui coïncident avec une ou des ouvertures 3 de la culasse 1 et qui sont traversées par les parties 6 de l'aimant permanent 5 assurant l'ancrage de ce dernier sur la culasse 1. L'aimant permanent 5 conserve une épaisseur plus grande dans sa
10 zone, située au-delà de la partie 15a de la pièce polaire auxiliaire 15, où la réaction d'induit crée un champ démagnétisant, ce qui procure une meilleure résistance de l'aimant 5 à la démagnétisation.

Dans le cas de la figure 7, l'aimant permanent 5 est formé par surmoulage sur la partie 15a de la pièce polaire auxiliaire 15, elle-même
15 fixée dans la culasse 1 de la même manière que la pièce intermédiaire 7 de la figure 2 ou de la figure 4.

La partie 15a de la pièce polaire auxiliaire 15 possède ici une largeur correspondant à celle de l'aimant permanent 5, et elle comporte des ouvertures 17 avec bords profilés, pour l'ancrage de l'aimant 5 sur cette
20 partie 15a par ses parties 10.

Les formes d'exécution des figures 2,4 et 7, avec des aimants permanents 5 réalisés par surmoulage sur des pièces intermédiaires 7 ou 15, permettent de constituer des pôles 2 complets en dehors de la culasse 1, puis d'assembler ces pôles 2 avec la culasse 1 ; la fabrication du stator peut
25 ainsi être rendue particulièrement commode. Les autres formes d'exécution (figures 1,3,5 et 6), dans lesquelles les aimants permanents 5 sont réalisés par surmoulage directement dans la culasse 1, sont également avantageuses en ce sens qu'elles permettent, en une seule opération, la formation des aimants 5 et la fixation de ces aimants, ainsi que des éventuelles pièces
30 auxiliaires, dans la culasse 1.

Il va de soi que l'invention ne se limite pas aux seules formes d'exécution de ce stator de machine tournante électrique qui ont été décrites ci-dessus, à titre d'exemples ; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes de réalisation et d'application respectant le même
35 principe. En particulier, l'on ne s'éloignerait pas du cadre de l'invention en modifiant le matériau ou la forme des aimants permanents, ou la disposition des pièces auxiliaires associées à ces aimants, et bien entendu l'invention

2617345

8

est applicable quel que soit le nombre de pôles du stator et quel que soit le type de la machine tournante électrique (motrice ou génératrice) à laquelle appartient ce stator.

5 .

REVENDICATIONS

1. Stator de machine tournante électrique, avec des pôles inducteurs (2) à aimants permanents (5) disposés à l'intérieur d'une culasse (1), caractérisé en ce que chaque pôle inducteur (2) comporte un aimant permanent (5), réalisé à partir d'une poudre mélangée à un liant ou compactée, qui est formé directement par surmoulage à l'intérieur d'une
5 partie de la culasse (1) ou sur un élément (7) assemblé avec la culasse (1).

2. Stator de machine tournante électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les aimants permanents (5) de ses pôles inducteurs (2),
10 formés par surmoulage, sont des aimants réalisés à partir d'une poudre d'alliage néodyme - fer - bore, mélangée à un liant.

3. Stator de machine tournante électrique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la culasse (1) possède des ouvertures (3) ménagées aux emplacements des pôles inducteurs (2), et en ce que chaque
15 aimant permanent (5), réalisé à partir d'une poudre mélangée à un liant ou compactée, est formé directement par surmoulage au contact de la face intérieure de la culasse (1), avec des parties d'ancrage (6) qui traversent les ouvertures (3) de cette culasse (1).

4. Stator de machine tournante électrique selon la revendication 3, caractérisé en ce que les ouvertures (3) de la culasse (1) sont délimitées par
20 des parties (4) tournées vers l'intérieur qui possèdent des profils en forme de dents et qui sont enrobées par les parties d'ancrage (6) des aimants permanents (5).

5. Stator de machine tournante électrique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que chaque aimant permanent (5), réalisé à partir d'une poudre mélangée à un liant ou compactée, est formé par surmoulage sur une pièce intermédiaire (7 ; 15) en matériau magnétique doux, de profil incurvé, possédant des ouvertures (8 ; 16 ; 17) traversées par des parties d'ancrage (6 ; 10) de l'aimant (5), l'ensemble formé par cet aimant (5) et
30 par la pièce intermédiaire (7 ; 15) étant fixé dans la culasse (1).

6. Stator de machine tournante électrique selon la revendication 5, caractérisé en ce que la pièce intermédiaire (15) en matériau magnétique doux comporte une partie principale incurvée (15a) insérée entre l'aimant permanent (5) et la culasse (1), et prolongée par une partie latérale incurvée
35 (15b) située sur le côté de l'aimant (5), à distance de la culasse (1) et dans le prolongement de la face intérieure de l'aimant (5).

7. Stator de machine tournante électrique selon la revendication 6,

caractérisé en ce que la partie principale incurvée (15a) de la pièce intermédiaire (15) possède une largeur inférieure à celle de l'aimant permanent (5), du côté opposé au prolongement latéral (15b) de cette pièce intermédiaire (15), de sorte que l'aimant (5) possède une partie d'épaisseur
5 plus importante, en contact avec la culasse (1).

8. Stator de machine tournante électrique selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que chaque aimant permanent (5) est surmoulé avec réalisation de parties d'ancrage (10) de cet aimant (5) qui traversent seulement les ouvertures (8 ; 17) de la pièce intermédiaire
10 associée (7, 15) laquelle est elle-même fixée dans la culasse (1) par des moyens distincts.

9. Stator de machine tournante électrique selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que chaque aimant permanent (5) est surmoulé avec réalisation de parties d'ancrage (6) qui traversent non
15 seulement les ouvertures (16) de la pièce intermédiaire associée (15), mais encore des ouvertures (3) de la culasse (1) qui coïncident avec les précédentes ouvertures (16).

10. Stator de machine tournante électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que des pièces auxiliaires (11 ;
20 13) en matériau magnétique doux sont associées aux aimants permanents (5), ces pièces auxiliaires (11 ; 13) étant incorporées lors de l'opération de surmoulage qui assure leur fixation en même temps que celle des aimants (5).

11. Stator de machine tournante électrique selon l'ensemble des
25 revendications 3 et 10, caractérisé en ce que chacune des pièces auxiliaires (11) est insérée entre une portion de l'aimant permanent correspondant (5) et la face intérieure de la culasse (1), et comporte des ouvertures (12) qui coïncident avec certaines des ouvertures (3) de la culasse (1) et qui sont traversées par certaines des parties d'ancrage (6) de l'aimant permanent (5).

12. Stator de machine tournante électrique selon l'ensemble des
30 revendications 5 et 10, caractérisé en ce que chacune des pièces auxiliaires (13) est insérée entre une portion de l'aimant permanent correspondant (5) et la face intérieure de la pièce intermédiaire (7) sur laquelle est ancré cet aimant (5), et comporte des ouvertures (14) qui coïncident avec certaines
35 des ouvertures (8) de la pièce intermédiaire (7) et qui sont traversées par certaines des parties d'ancrage (10) de l'aimant (5).

13. Pôle inducteur à aimant permanent pour stator de machine

2617345

11

5 . tournante électrique selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'aimant permanent (5), réalisé à partir d'une poudre mélangée à un liant ou compactée, est formé par surmoulage sur une pièce support (7) en matériau magnétique doux, de profil incurvé, possédant des ouvertures (8) traversées par des parties (10) du matériau constitutif de l'aimant (5), et aimant (5) et sa pièce support (7) constituant un sous-ensemble prévu pour être fixé dans une cuïasse.

10

FIG.1

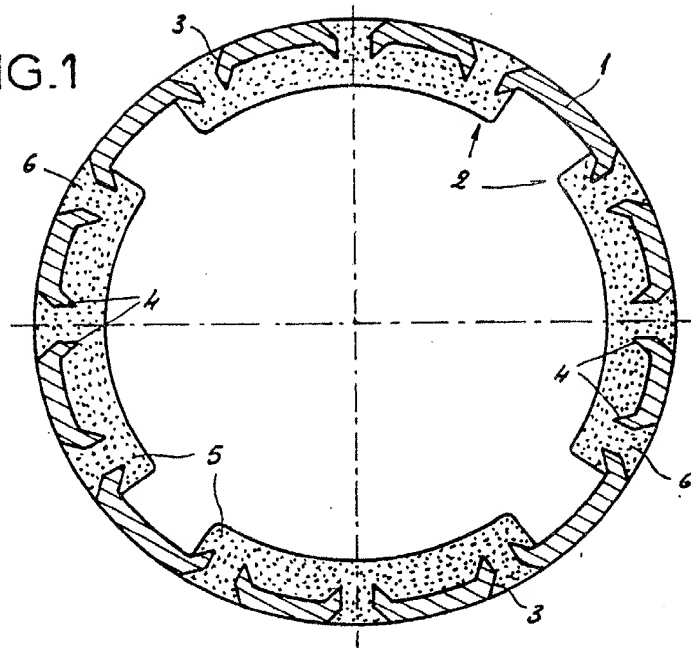


FIG.2

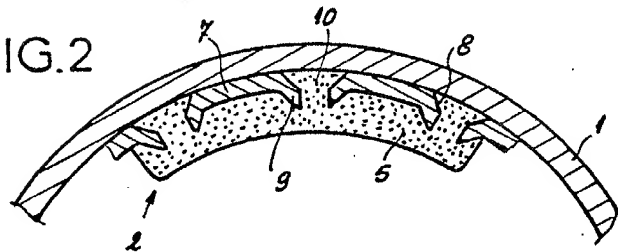


FIG.3

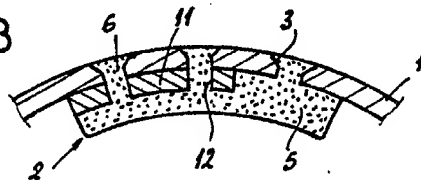


FIG. 4

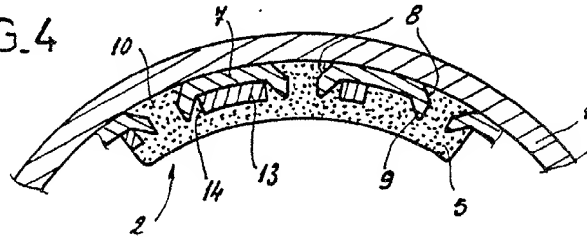


FIG. 5

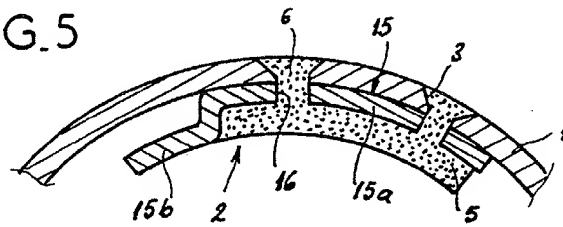


FIG. 6

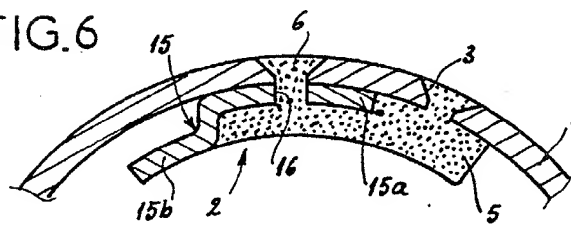


FIG. 7

